Aus dem Hygiene-Institut der Universität Tübingen
Direktor: Professor Dr. med. R. -E. Bader

Untersuchungen zur Badewasserqualität in bakteriologischer und chemischer Hinsicht in 60 Lehrschwimmbecken

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung des Doktorgrades
der Zahnheilkunde
einer Hohen Medizinischen Fakultät
der Eberhard-Karls-Universität
zu Tübingen

vorgelegt von
Rüdiger Schultz
aus Wilhelmshaven

1969

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41547611_0117

Aus dem Hygiene-Institut der Universität Tübingen
Direktor: Professor Dr. med. R. -E. Bader

Untersuchungen zur Badewasserqualität in bakteriologischer und chemischer Hinsicht in 60 Lehrschwimmbecken

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung des Doktorgrades
der Zahnheilkunde
einer Hohen Medizinischen Fakultät
der Eberhard-Karls-Universität
zu Tübingen

vorgelegt von
Rüdiger Schultz
aus Wilhelmshaven

1969

UNIV.
LEIDEN
BIBL.

Dekan: Professor Dr. J. Hirschmann
Berichterstatter: Professor Dr. R.-E. Bader

Fotodruck PRÄZIS Barbara v. Spangenberg KG · Tübingen

Meinen Eltern

INHALTSVERZEICHNIS

		Seite
I.	Einleitung und Literaturübersicht	1
II.	Fragestellung	3
III.	Eigene Untersuchungen	4
	1. Entnahme der Proben	4
	2. Untersuchungsverfahren	5
IV.	Ergebnisse	9
	A. Tabellarische Übersicht	11
	B. Einzelergebnisse	14
	1. Wasserdesinfektion	14
	2. Bakteriologische Befunde	15
	- Bacterium coli	15
	- Keimzahl	16
	3. Chemische Befunde	18
	a. Ammoniak, Nitrit	18
	b. Nitrat	18
	c. Chlorid	19
	d. $KMnO_4$-Verbrauch	20
	e. pH-Wert	21
	f. Wasserhärte	23
	4. Grobsinnliche Prüfungen	23
	C. Gesamtbeurteilung der 60 Lehrschwimmbecken	25
V.	Besprechung der Ergebnisse	27
VI.	Forderungen	31
VII.	Zusammenfassung	32
VIII.	Literaturverzeichnis	33

I. EINLEITUNG UND LITERATURÜBERSICHT

Es bedarf nicht unbedingt der Maxime des "mens sana in corpore sano" , um die Bedeutung der körperlichen Ertüchtigung für die menschliche Gesundheit zu zeigen. Leider wird heute gerade den Kindern und Jugendlichen nicht in ausreichendem Maße Gelegenheit zur Ausübung von Sport gegeben. Die Folge sind Haltungsschwächen und -schäden, auf die u.a. S c h u m a c h e r (1961) hingewiesen hat.

Gerade das Schwimmen erweist sich als eine Sportart von großer gesundheitsfördernder Bedeutung (R e p l o h 1953, J u n g 1956, G o l l 1957, L o r e n z 1958). Um mit Erfolg den Zivilisationsschäden vorzubeugen , sollte deshalb schon dem Schulkind die Möglichkeit gegeben werden, schwimmen zu lernen (B r a n d e n b u r g e r 1955). Aus diesem Grund ist besonders seit Beginn der 5oer Jahre der vermehrte Bau von Lehrschwimmbecken in Schulen gefordert worden (B e n n h o l d - T h o m s e n 1951, S c h u m a c h e r 1957, B r a n d e n b u r g e r 1967). K i r s c h (1963) schreibt ihnen eine besonders günstige Wirkung auf die körperliche und seelische Entwicklung der Kinder zu. M a l l w i t z (1957) ist sogar der Ansicht, daß der Schwimmbäderbau von heute den Krankenhäuserbau von morgen erspare.

Bei allen Vorzügen kann das Schwimmen aber auch zu einer Gefahr für die Gesundheit werden, da in Schwimmbädern Infektionskrankheiten übertragen werden können (R e p l o h 1953, R i t z e r f e l d 1962, B a d e r 1967).

Damit die gesundheitsfördernde Wirkung des Wassers nicht zu einer Gesundheitsgefährdung wird, sind folgende Forderungen an ein Lehrschwimmbecken zu stellen :

1. Die Qualität von Badewasser muß bei bakteriologischer, chemischer und grobsinnlicher Prüfung der von Trink - wasser entsprechen.
2. Die Gesamtanlage einschließlich der sanitären Ein - richtungen muß in einem Zustand sein, der aus hygienischer Sicht nicht zu beanstanden ist.
3. Eine fachgerechte, sorgfältige und gewissenhafte Wartung der Gesamtanlage muß gewährleistet sein.
4. Eine regelmäßige Überwachung der Lehrschwimmbecken muß durchgeführt werden, sowohl von Seiten der Schulleitung, als auch besonders durch die zuständigen Gesundheitsbehörden.

II. FRAGESTELLUNG

In den letzten Jahren sind zahlreiche Lehrschwimmbecken gebaut worden. Es fehlen aber zusammenfassende Untersuchungen über den hygienischen Zustand der Bäder und über die Badewasserqualität in bakteriologischer und chemischer Hinsicht. Derartige Untersuchungen liegen vor von B e w i g (1967) über Lehrschwimmbecken im Ruhrgebiet und entsprechende Arbeiten über Freibäder von K n a p p (1960) . Aus diesem Grunde wurden von uns im Einvernehmen mit den zuständigen Stellen Untersuchungen an Lehrschwimmbecken durchgeführt.

Die Aufgabe der vorliegenden Arbeit besteht darin, die Badewasserqualität der Lehrschwimmbecken durch bakteriologische, chemische und grobsinnliche Prüfungen zu beurteilen. Im Einzelnen sollen folgende Fragen beantwortet werden :

1. Ist eine ausreichende Desinfektion des Wassers vorhanden ?
2. Halten sich die bakteriologischen Befunde - Keimzahl und Coli-Titer - in dem geforderten Mindestbereich ?
3. Genügt das Badewasser in chemischer Hinsicht und bei den grobsinnlichen Prüfungen den gestellten Anforderungen ?

An Hand der Untersuchungsergebnisse soll eine Beurteilung der Badewasserqualität der einzelnen Bäder gegeben werden.

III. EIGENE UNTERSUCHUNGEN

1. Entnahme der Proben

In der Zeit von März bis September 1966 wurden 82 Lehr - schwimmbecken besucht, die uns von der zuständigen Behörde benannt worden waren. Von diesen Bädern befanden sich 22 in Bau, in der Planung oder zum Zeitpunkt des Besuches außer Betrieb. In den restlichen 6o Bädern führten wir ohne vorherige Anmeldung folgende Untersuchungen durch :

a. Entnahme von Wasserproben für die bakteriologischen und chemischen Untersuchungen sowie die grobsinnlichen Prüfungen des Badewassers.
b. Ermittlung des Gehalts an freiem Chlor am Beckenauslauf an Ort und Stelle.

Bei der Entnahme der Wasserproben gingen wir folgender - maßen vor :
Für die chemischen Untersuchungen wurde Wasser in sterilisierten 1ℓ-Flaschen mit eingeschliffenem Stopfen mittels eines Entnahmegerätes am Einlauf, in der Mitte und am Auslauf entnommen. Am Einlauf und Auslauf wurde die Probe in ca 5o - 7o cm Tiefe und 3o - 5o cm vom Beckenrand , in der Mitte an der Beckenlängsseite in ca 5o - 7o cm Tiefe und ca 1 m vom Beckenrand entfernt entnommen.Jeweils die gleichen Stellen benutzten wir für die Entnahme der Proben für die bakteriologische Untersuchung in sterili - sierten Viertelliterflaschen mit eingeschliffenem Stopfen. In ihnen befand sich eine für die Bindung des freien Chlors ausreichende Menge von Natriumthiosulfat.
Vor Verschluß der kleinen Flaschen wurden die Stopfen mit einem Spiritusbrenner abgeflammt, um einer Verfälschung des bakteriologischen Ergebnisses durch Luftkeime ent - gegenzuwirken. Alle Flaschen wurden mit der Nummer des Bades und dem Zeichen für die Entnahmestelle (a = Ein - lauf, b = Mitte, c = Auslauf) gekennzeichnet.

Bei der Entnahme der Wasserproben konnten die Durch - strömungsverhältnisse in den Lehrschwimmbecken, auf deren Bedeutung wiederholt hingewiesen worden ist (J u n g 1959,

K l o t t e r 196o, H ö s e l und L a n g e r 1962 , L a n g e r 1965, I n n e n m i n i s t e r des Landes Nordrhein - Westfalen 1965, H ä s s e l b a r t h und C a r l s o n 1965) , aus technischen Gründen nicht beachtet werden. Dies ist bei der Bewertung der Resul - tate zu berücksichtigen.
Die bakteriologischen und chemischen Untersuchungen wurden am Abend des Entnahmetages durchgeführt.

2. Untersuchungsverfahren

A. Chlornachweis

Für den C h l o r n a c h w e i s wurde in 2 Gläschen am Auslauf die gleiche Menge an Beckenwasser entnommen. Der Inhalt des einen Reagenzglases wurde mit o,5 ml ortho-Tolidin-Lösung versetzt. Bei Vorhandensein von freiem Chlor trat eine mehr oder weniger intensive Gelb- bis Grünfärbung ein. Mittels eines Komparators (Polytest, Zeiss Ikon) wurde dann die Intensität der Färbung im Vergleich zu einer Farbskala gemessen.

B. Bakteriologische Untersuchungen

Keimzahlbestimmung

Von jeder Wasserprobe wurden je 1 ml in 2 Petrischalen pipettiert und mit Gelatine-Agar vermischt. Die Petri - schalen wurden dann 48 Stunden bei 22°C bebrütet.Mittels einer Wolffhügel - Zählplatte und einer Lupe wurde die Auszählung vorgenommen. Als Ergebnis wurde die Keim - zahl pro 1 ml Wasser ermittelt.

Colititerbestimmung

Der Colititer gibt die kleinste Wassermenge an, in der Warmblüter-Colibakterien noch nachweisbar sind. Dazu wurden 1 ml, lo ml, loo ml des zu untersuchenden Wassers in den Anreicherungsnährboden Dextrose-Pepton-Lösung pipettiert und 24 Stunden bei 37°C bebrütet.

Ausgesäht wurde auf Milchzucker-Fuchsin-Agar nach E n d o, der weitere 24 Stunden bei 37°C bebrütet wurde. Coliver - dacht besteht dann, wenn sich um rote Kolonien mit metall - lischem Glanz (Fuchsinglanz) eine Rotfärbung des Nähr - bodens zeigt. Es wurden dann 2 Eisen-Agar Nährböden nach K l i g l e r beimpft und 24 Stunden bei 37°C bzw. 45°C bebrütet. Da Warmblüter-Colibakterien im Gegensatz zu Kaltblüter-Colibakterien noch bei 45°C ihre typischen Stoffwechselleistungen zeigen, ist mit dieser Methode eine Unterscheidung der beiden Bakteriengruppen möglich.

C. Chemische Untersuchungen

Ammoniak, qualitativ

lo ml Wasser wurden mit 1 Tropfen Sodanatron enthärtet und 5 Tropfen Nessler's Reagenz dazugegeben. Der Nachweis ist positiv, wenn eine Gelbfärbung eintritt.

Nitrite, qualitativ

lo ml Wasser wurden mit 3 Tropfen konzentrierter Phosphor- säure angesäuert und o,5 ml Jodzinkstärkelösung dazugegeben. Wenn blaue Schlieren sich bilden oder eine Blaufärbung auftritt gilt der Nachweis als positiv.

pH - Wert

Die pH - Messungen erfolgten mit dem pH - Meter 22 von Radiometer, Kopenhagen. Nach Eichung mittels einer Puffer- lösung mit einem pH von 6,5 wurde der pH - Wert der Wasserprobe mit einer Glaselektrode (G 2oo C) gegen eine Kalomelelektrode (K 4oo) als Bezugselektrode gemessen.

Bestimmung der Karbonathärte nach L u n g e

loo ml der Wasserprobe wurden in einem Becherglas mit 3 Tropfen 1%iger Methylorange-Lösung versetzt und dann mit n/lo HCl titriert bis ein Farbumschlag von gelb nach orange eintrat. Die Menge der für loo ml verbrauchten HCl multipliziert mit dem Faktor 2,8 ergibt die Karbonathärte in deutschen Härtegraden.

Bestimmung der Gesamthärte nach B l a c h e r

Dazu wurden die gegen Methylorange mit n/1o HCl austitrierten Wasserproben verwendet und kurz aufgekocht. Nach Abkühlen der Wasserprobe wurden 7 Tropfen 1%iges Phenolphtalein und dann tropfenweise n/1o NaOH bis zur schwachen Rotfärbung zugegeben. Durch Hinzufügen eines Tropfen n/1o HCl verschwindet diese Rotfärbung wieder. Mit n/1o Palmitatlösung wurde die neutralisierte Probe sofort im Schuss bis zur kräftigen Rotfärbung titriert. Die Gesamthärte in deutschen Härtegraden wird erhalten, wenn die für 1oo ml Wasser verbrauchten ml Palmitatlösung mit 2,8 multipliziert werden.

Die Nichtkarbonathärte oder bleibende Härte errechnet sich aus der Differenz von Karbonathärte und Gesamthärte.

Bestimmung der organischen Substanzen:
Permanganatverbrauch

Für die Bestimmung sind vorher besonders gereinigte Erlenmeyerkolben von 3oo ml erforderlich. Wir reinigten sie durch längeres Auskochen mit verdünnter $KMnO_4$ - Lösung und etwas verdünnter Schwefelsäure. Es wurden 1oo ml Wasser mit 5 ml H_2SO_4 (1 + 3 Vol.) versetzt und dann 1o ml n/1oo Kaliumpermanganatlösung zugegeben. Auf Grund des leichten Siedeverzuges der Permanganatlösung kochten wir mit Siedesteinchen (ausgeglühtem Bimsstein). Nach Erhitzen bis zum Sieden ließen wir genau 1o Minuten kochen. Zu der noch heißen Flüssigkeit gaben wir 1o ml n/1oo Oxalsäure und titrierten dann mit n/1oo Permanganatlösung bis zum Bestehenbleiben einer schwachen Rosafärbung. Nach Ermittlung des Titers durch nochmaliges Zugeben von 1o ml n/1oo Oxalsäure und nochmaliger Titration mit n/1oo Permanganatlösung errechneten wir den $KMnO_4$ - Verbrauch in mg/l .

Nitrat

In einem 1oo ml Erlenmeyerkolben gaben wir 1o ml Unter - suchungswasser und 1 ml Brucinlösung. Nun unterschichteten wir das Wasser mit 2o ml konzentrierter Schwefelsäure und mischten durch vorsichtiges Umschütteln. Die Lösung, die jetzt eine gelbe bis orange Färbung hatte, ließen wir 1o Minuten stehen. Nachdem wir die Lösung unter der Wasser - leitung weiter abgekühlt hatten, wurde mittels des Hellige-Neo-Komparators gegen eine Leerprobe das Ergebnis in mg/l ermittelt.

Chloride
Titrimetrische Bestimmung nach M o h r - W i n k l e r

1oo ml der Wasserprobe wurden in einem 2oo ml Erlenmeyer-kolben mit 1 ml 1o%iger Kaliumchromatlösung versetzt und mit n/5o Silbernitratlösung bis zum eben erkennbaren gelbbraunen (rehbraunen) Umschlag titriert. Nach Berücksichtigung der von W i n k l e r angegebenen Korrektionswerte ermittelten wir durch Umrechnung den Gehalt an Chloriden in mg/l .

IV. ERGEBNISSE

A. Tabellarische Übersicht

Die Eignung eines Wassers für seinen Verwendungszweck als Badewasser kann nur auf Grund von bakteriologischen und chemischen Untersuchungen beurteilt werden. Ferner ist der Nachweis von freiem Chlor als Maßstab für eine ausreichende Wasserdesinfektion unbedingt erforderlich. Die Tabellen 1a,b,c zeigen die Zusammenfassung aller Ergebnisse der Untersuchungen von 60 Lehrschwimmbecken .

Tabellen 1a, b, c:

Zusammenfassung der Einzelwerte und -ergebnisse der bakteriologischen, chemischen und physikalischen Untersuchungen sowie des Gehalts an freiem Chlor in 60 Lehrschwimmbecken.

Erklärung der Abkürzungen:

a = Einlauf; b = Mitte; c = Auslauf

n.v. : nicht vorhanden

g.gr.ff. : gering, gräulich, feinflockig

st.gr.df. : stark, gräulich, dickflockig

Cl. : chlorig

m. : modrig

f. : faulig

(+) : schwach positiv

Nr.		Keim-zahl	Bact. coli	Freies Chlor mg/l	NH_3	Nitrit	pH	Nitrat	Chloride mg/l	Organ. Subst. mg/l	Gesamt-Härte dH	Karb. Härte dH	Bleib. Härte dH	Durchsicht	Farbe	Bodensatz	Geruch
1	a	0	0 in 100,0		–	+	7,74	30	47.1	9	23 3	15.2	8.1	Klar	Hell	u. o.	Cl (+)
	b	1	"	0,25	–	+	7,75	30	47.1	8	23.0	15.2	7 8	"	"	"	"
	c	1	"		–	+	7,76	26	46.1	9	22.4	14.9	7.5	"	"	"	"
2	a	1	"		++	+	7.76	24	37.2	7	16.0	12.3	3 7	"	"	"	m (+)
	b	0	"	0	++	+	7.84	24	36.2	7	16.8	12.3	4.5	"	"	"	"
	c	2	"		++	+	7.86	26	36.2	7	16.6	12.6	4.0	"	"	"	"
3	a	5	"		–	Sp	7,84	26	27.2	9	24.9	16.2	8.7	"	"	"	Cl (+) m (+)
	b	7	"	0	–	Sp	7.85	26	27.2	8	24.6	16.8	7 8	"	"	"	"
	c	5	"		–	Sp	7.90	28	26.2	8	24.6	17.7	6.9	"	"	g. gr. ff	" f
4	a	300	"		–	Sp	7.61	150	160,0	10	39.2	7.0	32.2	"	"	u. o	Cl +
	b	700	"	0,2	–	Sp	7,72	150	161.0	10	39.2	7.0	32.2	"	"	"	"
	c	600	"		–	Sp	7.79	150	156.0	11	39.2	7.0	32.2	"	"	"	"
5	a	180	"		–	(+)	7.94	36	35.2	12	23.8	12.6	11 2	"	"	"	Cl (+)
	b	1400	"	0,24	–	(+)	7.97	38	38.2	12	24.4	13 7	10.7	"	"	"	"
	c	300	"		–	(+)	7.96	40	37.2	12	24.6	13.4	11.2	"	"	"	"
6	a	1	"		+	+	7.80	32	36.2	9	24.4	17.4	7.0	"	"	"	"
	b	1	"	0,36	+	+	7.86	40	35.2	9	21.9	18.0	3 9	"	"	g. gr. ff	"
	c	1	"		+	+	7.90	45	36.2	8	23.3	12.2	5.1	"	"	"	"
7	a	0	"		(+)	++	8.15	40	263 0	12	23.0	21.6	1 4	"	"	"	Cl ++
	b	0	"	0,8	(+)	++	8.15	40	243 0	15	23 3	22.4	0.9	"	"	"	"
	c	1	"		(+)	++	8.15	40	221.0	15	23 8	22.1	1.7	"	"	"	"
8	a	0	"		–	+	7.90	36	40,2	17	20.8	12.6	8 2	"	"	u. o.	Cl + m +
	b	0	"	0,3	–	+	7.90	32	40,2	17	19.6	12.6	7.0	"	"	"	"
	c	3	"		–	+	7.95	32	40.2	20	20.5	12.6	7.9	"	"	"	"
9	a	6000	+ in 1.0		–	++	7.95	36	37.2	17	26.0	18,2	7.8	geringe Trübung	"	st. gr. df	m (+) f
	b	8000	+ in 100,0	0,02	–	++	7.95	40	37.2	16	26.6	18,5	8.1	"	"	"	"
	c	6000	+ in 10,0		–	++	7.90	40	36.2	17	31.1	18,2	12.9	"	"	"	m ++ f
10	a	0	0 in 100,0		–	++	7.85	18	54.1	16	15.2	11.8	3.4	Klar	"	u. o.	Cl + +
	b	2	"	1,2	–	++	7.85	18	53.1	16	15.5	12.1	3.4	"	"	"	"
	c	0	"		–	++	7.90	18	56,1	17	15.5	12.1	3 4	"	"	"	"
11	a	1	"		–	+	8.15	20	106.0	15	17.1	14.6	2.5	"	"	"	Cl +
	b	1	"	0,2	–	+	8.20	20	105.0	15	16.8	14.6	2.2	"	"	"	"
	c	1	"		–	+	8.20	20	105.0	16	17.1	15.7	1.4	"	"	"	"
12	a	1	"		+	+	7.70	32	103 0	16	18 8	9.3	9.5	"	"	"	Cl + m +
	b	1	"	1,0	+	+	7.75	30	102.0	23	18 8	9.5	9.3	"	"	"	Cl + + m +
	c	1	"		+	+	7.70	32	101.0	17	18 2	9.5	8.7	"	"	"	"
13	a	0	"		–	++	7.95	28	133.0	13	18 0	13 2	4.8	"	"	"	Cl +
	b	1500	"	0,38	–	++	8.00	28	137.0	11	17.4	12 6	4.8	"	"	"	"
	c	1700	"		–	++	8.00	30	148.0	13	18.0	12.9	5.1	"	"	"	Cl + m + f
14	a	13000	+ in 1.0		+	–	8.00	11	47.1	10	6.2	5.0	1.2	"	"	"	kein spez. Geruch
	b	16000	+ in 1.0	0	+	–	8.00	12	44.1	9	6,7	5.6	1.3	"	"	"	
	c	19000	+ in 10.0		+	–	7.95	12	42.1	10	6.7	5.3	1.4	"	"	"	
15	a	10000	+ in 1.0		+	++	7.80	26	57.1	16	15.7	12.9	2.8	"	"	"	Cl +
	b	10000	+ in 1.0	0,02	+	++	7.85	26	54.1	15	18.2	13.2	5.0	"	"	"	"
	c	13000	0 in 100,0		+	++	7.80	28	58.1	16	17.1	12 9	4 2	"	"	"	"
16	a	0	"		(+)	+	8.00	28	50.1	15	18.2	14.0	4.2	"	"	"	Cl +
	b	0	"	0,5	(+)	+	8.05	30	46.1	16	16.8	14.6	2.2	"	"	"	"
	c	1	"		(+)	+	8.05	30	46.1	15	16.8	14.0	2.8	"	"	"	"
17	a	150	"		–	(+)	7.75	20	46.1	14	20,2	17.4	2.8	"	"	"	Cl (+) m (+)
	b	180	"	0,1	–	(+)	7.75	20	46.1	12	25.2	21 0	4.2	"	"	"	"
	c	150	"		–	(+)	7.80	20	46.1	13	23 8	20.2	3 6	"	"	"	"
18	a	200	"		–	+	7.74	90	102 0	15	13 2	7.6	5.6	"	"	g. gr. ff	m (+)
	b	300	"	0	–	+	7.84	90	105.0	11	12.6	7.3	5.3	"	"	"	"
	c	450	"		–	+	7.88	90	105.0	11	11.8	7.6	4.2	"	"	"	"
19	a	6000	"		–	Sp	8.24	12	12.4	6	14.9	14.6	0,3	"	"	"	m (+)
	b	6000	"	0	–	Sp	8.29	12	14.3	6	17.4	15.2	2.2	"	"	"	"
	c	5000	"		–	Sp	8.20	12	14.3	8	17.4	15.2	2 2	"	"	"	"
20	a	1	"		–	–	7.80	32	28.2	6	14.6	10.1	4.5	"	"	u. o.	Cl (+)
	b	–	"	0,32	–	–	7.90	36	28.2	7	14.6	11 5	3 1	"	"	"	"
	c	1	"		–	–	7.90	40	27.2	9	15.4	11,5	3.9	"	"	"	"

Nr.	Keim-zahl	Bact. coli	Freies Chlor mg/l	NH_3	Nitrit	pH	Nitrat	Chloride mg/l	Organ. Subst. mg/l	Gesamt-Härte dH	Karb. Härte dH	Bleib. Härte dH	Durch-sicht	Farbe	Boden-satz	Geruch
21 a	1	0 in 100,0	0,14	−	+	7.50	30	163.0	10	10.6	5,6	5.0	Klar	Helle	u.o.	Cl +
21 b	1	"		−	+	7.55	30	167.0	10	10.6	5.9	4,7	"	"	"	Cl (+)
21 c	1	"		−	+	7.45	32	165.0	10	11.2	5,9	5.3	"	"	"	"
22 a	0	"	0.25	−	+	7.85	28	35,2	7	18.8	16 8	2 0	"	"	g gr. ff	Cl (+)
22 b	0	"		−	+	7.85	26	35.2	7	19.4	17.4	2.0	"	"	"	"
22 c	0	"		−	+	7.90	26	37.2	11	19 4	16.0	3 4	"	"	"	"
23 a	0	"	0,45	+	(+)	7.60	24	26,2	10	18 8	15.4	3.4	"	"	g. gr. ff	Cl +
23 b	3	"		+	(+)	7.60	26	27,2	9	21,0	17.4	3.6	"	"	"	"
23 c	1	"		+	(+)	7.65	26	29,2	10	21,0	16.8	4.2	"	"	"	"
24 a	35	"	0	++	+	8 2	20	15.3	8	17.1	15.4	1 7	"	"	u.o.	m (+)
24 b	1000	"		++	+	8.2	20	15.3	8	16.6	14.0	2 6	"	"	"	"
24 c	500	"		++	+	8.15	24	15.3	9	19 9	14.6	5.3	"	"	"	"
25 a	70	+ in 10,0	0	−	−	7.90	40	95.0	9	28.0	20,2	7.8	"	"	g. gr. ff	m (+)
25 b	35	+ in 100,0		−	−	7.90	40	101,0	9	30.8	20.5	10.3	"	"	"	"
25 c	90	+ in 100,0		−	−	7.90	40	102,0	11	28.6	20.2	8.4	"	"	u.o.	"
26 a	2	0 in 100,0	0	−	−	7,60	22	26.2	9	18.5	13.4	5.1	"	"	g. gr. ff	Cl (+)
26 b	1	"		−	−	7.60	22	25.2	9	17.4	12.6	4.8	"	"	"	"
26 c	0	"		−	−	7.60	22	25.2	11	19 4	13.2	6.4	"	"	"	"
27 a	0	"	0,9	−	+	7.75	40	47.1	9	20.2	16 2	4.0	"	"	u.o.	Cl ++
27 b	0	"		−	+	7 85	40	48.1	10	20.2	15.2	5.0	"	"	"	"
27 c	0	+ in 100,0		−	+	7.80	40	48.1	10	20.2	16.0	4.2	"	"	"	"
28 a	30	0 in 100,0	0	+	−	7.65	20	22.3	9	16 6	12,3	4.3	"	"	g. gr. ff	m +
28 b	3	"		+	−	7.60	20	19.3	10	16.8	12,1	4.7	"	"	"	"
28 c	4	+ in 100.0		+	−	7.60	22	21.3	11	16 8	12,6	4.2	"	"	"	"
29 a	160	0 in 100 c	0	+	−	7.60	22	40.2	10	13 4	9.3	4.1	"	"	u.o.	Cl (+) m (+)
29 b	170	"		+	−	7.60	22	36.2	10	12.6	9.3	3.3	"	"	g. gr. ff	"
29 c	140	"		+	−	7.50	22	38.2	11	12.6	9.3	3,3	"	"	g gr ff	"
30 a	0	"	0,15	−	−	7.35	22	25.2	10	16.8	11.8	5.0	"	"	u.o.	Cl (+)
30 b	5	"		−	−	7.35	22	24.2	11	15.4	12 1	3.3	"	"	g. gr. ff	"
30 c	1	"		−	−	7.30	20	24.2	13	16.2	11.5	4.7	"	"	"	"
31 a	1100	+ in 100,0	0.14	−	++	8.00	40	75.0	8	17.4	11.5	5.9	"	"	g. gr. df	m (+)
31 b	500	+ in 10.0		−	++	8.00	40	75.0	8	16.8	11.2	5.6	"	"	"	"
31 c	1200	+ in 1.0		−	++	8.00	40	83.0	8	18.2	11.2	7.0	"	"	"	"
32 a	600	+ in 100,0	0	−	−	7.70	28	13 3	24	17.4	14.9	2.5	"	"	u.o.	Cl (+) m +
32 b	1400	+ in 10.0		−	−	7.75	28	13 3	25	18.5	14.6	3 9	"	"	"	"
32 c	450	+ in 100,0		−	−	7.85	28	13 3	25	18 0	15.4	2 6	"	"	"	"
33 a	5000	0 in 100,0	0	+	(+)	7.75	28	34.2	9	14.0	8 7	5.3	"	"	g gr. ff	m +
33 b	6000	"		+	(+)	7.70	30	36,2	9	14.0	9 0	5.0	"	"	"	"
33 c	200000	"		+	(+)	7.75	30	35.2	9	13 2	8.7	4.5	"	"	"	"
34 a	11000	"	0	(+)	−	7 95	24	16.3	7	14.6	12 6	2.0	"	"	u.o.	m +
34 b	7700	"		(+)	−	7.90	24	16 3	7	15.2	12.6	2.6	"	"	"	"
34 c	2000	"		(+)	−	7 90	24	16.3	8	15.2	12.6	2 6	"	"	"	"
35 a	1	"	0	−	+	7 80	30	52 1	10	19 6	16,2	3.4	"	"	sf. gr. ff	Cl (+)
35 b	18	"		−	+	7 80	36	53.1	11	19 1	15.4	3 7	"	"	"	"
35 c	13	"		−	+	7.80	40	54.1	11	19 6	16.2	3 4	"	"	"	"
36 a	20	"	0,6	−	+	8.15	30	73 0	15	21 3	15.4	5.9	"	"	u.o.	Cl +
36 b	15	"		−	+	8.15	28	72 0	14	21 9	15.4	6.5	"	"	"	"
36 c	20	"		−	+	8 15	30	72 0	14	23 3	15.4	7.9	"	"	"	"
37 a	10	"	0	(+)	−	7.80	10	35.2	13	19.4	14.0	5.4	"	"	g gr. ff	m (+)
37 b	170	"		(+)	−	7.80	10	35.2	13	19 6	13 7	5,9	"	"	"	"
37 c	130	"		(+)	−	7.80	10	37.2	14	19 0	13 7	5.9	"	"	"	"
38 a	700	+ in 10.0	0	−	+	7 65	32	93 0	9	23 3	8 7	14.6	"	"	g. gr. ff	Cl (+) m (+)
38 b	1000	+ in 100 c		−	+	7.65	40	83 0	10	23.8	8 7	15.1	"	"	"	"
38 c	2300	0 in 100.0		−	+	7.75	28	91.0	9	24.4	8.7	15.7	"	"	"	"
39 a	55000	+ in 100 0	0,6	+	(+)	7,50	26	111.0	12	21.6	7.6	14 0	"		g. gr. ff	m (+) Cl +
39 b	30000	+ in 10 0		+	(+)	7.55	28	112.0	14	19 6	7.6	12.0	"		"	"
39 c	30000	+ in 100,0		+	(+)	7.55	26	111 0	15	19.6	7 3	12 3	"		"	"
40 a	3000	+ in 10 c	0,16	−	−	7.80	18	17,3	11	19.4	13.2	6,2	"		g. gr. ff	Cl (+) f
40 b	5000	0 in 100 c		−	−	7.85	20	23,3	10	16 6	13 4	7.2	"		sf. gr. ff	"
40 c	4000	+ in 100 c		−	−	7.85	14	23.3	10	17.1	12.9	4.2	"		g gr ff	"

Nr.		Keim-zahl	Bact. coli	Freies Chlor mg/l	NH_3	Nitrit	pH	Nitrat	Chloride mg/l	Organ. Subst. mg/l	Gesamthärte dH	Karbonathärte dH	Bleib. Härte dH	Durchsicht	Farbe	Bodensatz	Geruch
41	a	4	0 in 100,0	0,6	–	+	7,45	20	39,2	9	17.7	11.8	5.9	klar	Hell	m o.	Cl +
	b	20	"		–	+	7.60	26	39,2	10	18.2	11.8	6.4	"	"	"	"
	c	15	"		–	+	7.55	26	39,2	11	18 2	12.1	6.1	"	"	"	"
42	a	1100	"	0,04	+	(+)	8.30	26	31.2	17	22.7	18.2	4.5	"	"	st gr ff	Cl(+) m(+)
	b	1800	+ in 100,0		+	(+)	8.30	26	30.2	17	22.7	18 8	3 9	"		"	"
	c	1500	0 in 100,0		+	(+)	8.30	26	30 2	18	23.3	18.8	4.5	"		"	"
43	a	1	"	0,72	–	+	7.90	18	17.3	9	19 1	15.2	3 9	"		m o.	Cl ++
	b	1	"		–	+	7.30	20	18.3	9	19 1	15.2	3 9	"		"	"
	c	1	"		–	+	7.90	20	18.3	9	19 6	14.9	4.7	"		"	"
44	a	80	"	0	–	–	8,45	18	10.4	8	17.7	16.0	1.7	"	"	g gr ff	m(+)
	b	800	"		–	–	8,45	16	8 4	8	17.7	16.2	1.5	"	"		
	c	60	"		–	–	8.50	14	8.4	9	17.7	16.0	1.7	"	"	"	
45	a	0	"	0,8	–	+	7.95	12	92.0	17	12.3	12 1	0,2	"	"	g gr ff	Cl ++
	b	0	"		–	+	8.05	15	94.0	18	13.2	12.6	0.6	"	"	"	"
	c	45	"		–	+	8.10	12	85.5	17	12.1	12 1	0,6	"	"	"	Cl +
46	a	30000	+ in 100,0	0,02	+	+	7.95	18	33 2	9	22.4	14.3	8.1	"	"	m o	m(+)
	b	125000	+ in 10,0		+	+	8.05	20	32.2	15	20.5	13 4	7.1	"	"	g gr ff	"
	c	110000	"		+	+	8.05	20	31.2	9	22.1	14.0	8.1	"	"	"	"
47	a	1	0 in 100,0	0,3	+	+	8.65	11	20.3	20	16 8	14.9	1.9	"	"	g gr ff	Cl(+)
	b	7	"		+	+	8.65	11	21 3	22	16 8	14.6	2.2	"	"	"	"
	c	3	"		+	+	8.65	11	22.3	21	17.1	14.3	2.8	"	"	"	"
48	a	700	+ in 10,0	0	–	(+)	7.95	24	13.3	7	19 4	12.3	7.1	"	"	m o.	m(+)
	b	5000	"		–	(+)	7.90	24	13 3	7	19 6	12.3	7.3	"	"	"	"
	c	6000	+ in 100,0		–	(+)	7.80	24	13.3	7	19.6	12.3	7.3	"	"	"	"
49	a	110	0 in 100,0	0	–	–	8.25	14	8.4	7	11.2	9 8	1.4	"	"	m o.	m(+)
	b	200	"		–	–	8.20	15	8.4	7	12.1	9 8	2.3	"	"	"	"
	c	450	"		–	–	8.20	15	8.4	8	12.1	9.8	2 3	"	"	"	"
50	a	600	"	0,24	–	(+)	7.90	24	25.2	7	21 9	15.4	6.5	"	"	g gr ff	Cl(+)
	b	600	"		–	(+)	8.00	24	26.2	6	22.4	15.7	6.7	"	"	st gr ff	"
	c	700	"		–	(+)	8.05	24	28.2	6	25.2	16.0	9.2	"	"	"	"
51	a	15000	+ in 100,0	0	–	–	8.15	20	28.2	8	12.1	11.2	0.9	"	"	g gr df	m(+)
	b	11000	"		–	–	8.20	20	28.2	7	12.9	10.9	2.0	"	"	"	"
	c	12000	"		–	–	8.20	20	28.2	7	13 2	11.8	1.4	"	"	"	"
52	a	70	"	0,4	–	+	7.90	18	36,2	14	14.6	10.6	4.0	"	"	m o	Cl(+) m(+)
	b	20	"		–	+	7.85	18	37,2	14	14.0	11.2	2.8	"	"	g gr ff	"
	c	70	"		–	+	7.90	18	38.2	15	14.3	10.1	4.2	"	"	"	"
53	a	500	"	0	–	–	8.05	24	30,2	10	25.8	19.6	6.2	"	"	m o	m(+)
	b	4000	+ in 10,0		–	–	8.05	24	34,2	9	25.8	18 8	7.0	"	"	"	"
	c	6000	+ in 100 0		–	–	8.05	24	33.2	10	26.3	18 8	7.5	"	"	"	"
54	a	2000	"	0,1	+	+	7.65	12	55.1	9	14.0	6.7	7.3	"	"	g gr ff	m(+)
	b	3000	+ in 1.0		+	+	7,70	12	57.1	9	12.6	7 0	5.6	"	"	"	"
	c	3000	+ in 100,0		+	+	7.70	12	55.1	10	13.2	7.0	6.2	"	"	"	"
55	a	300	+ in 100.0	0,1	–	(+)	8.00	18	54.1	9	18.8	16.2	2.6	"	"	m o.	Cl(+) m(+)
	b	100	+ in 10,0		–	(+)	8.05	18	54.1	12	18.8	16.8	2.0	"	"	"	"
	c	90	0 in 100,0		–	(+)	8.00	18	54.1	11	18.5	17.1	1.4	"	"	"	"
56	a	900	+ in 10.0	0	–	++	8.05	30	44.1	13	18.5	14.0	4.5	"	"	g gr df	m +
	b	1200	+ in 1.0		–	++	8.05	30	45.1	13	18.2	14.3	3.9	"	"	"	"
	c	550	+ in 10.0		–	++	8.05	30	45.1	12	18.2	14.6	3.6	"	"	"	"
57	a	3	0 in 100,0	0,74	–	+	7.75	26	20.3	7	18 2	16.8	1.4	"	"	m o.	Cl ++
	b	2	"		–	+	7.80	26	19.3	5	18 0	16 8	1.2	"	"	g gr ff	"
	c	4	"		–	+	7.80	24	21.3	7	17.7	16.8	0.9	"	"	"	"
58	a	400	"	0	+	+	8.15	24	37.2	6	14 6	14.0	0.6	"	"	m o.	m(+)
	b	600	"		+	+	8.15	24	38.2	7	14.3	14.0	0.3	"	"	"	"
	c	700	"		+	+	8.15	24	38.2	6	14 9	14.0	0.9	"	"	"	"
59	a	25	"	0	+	+	8.05	14	17.3	9	16.8	12 9	3 9	"	"	"	m +
	b	7000	"		+	+	8,10	14	18.3	9	15.7	13 2	2.5	"	"	"	"
	c	13000	"		+	+	8.05	14	17.3	10	16.2	12 9	3 3	"	"	"	"
60	a	0	"	0	–	+	8.55	20	9.4	8	14 0	13.4	0.6	"	"	"	m(+)
	b	0	"		–	+	8.55	20	7.4	7	14.0	13.2	0.8	"	"	"	"
	c	0	"		–	+	8.60	20	6.4	8	14 0	12.6	1.4	"	"	"	"

B. Einzelergebnisse

1. Wasserdesinfektion

Als Maß für eine ausreichende Wasserdesinfektion wird im Auslaufwasser ein Gehalt von mindestens o,3 mg/l freiem Chlor gefordert (J u n g, F r ö h l e r 1959, Ministerieller Erlaß 1965, L a n g e r 1965, H ä s s e l b a r t h 1965). Andererseits sollte der Chlorgehalt nicht so hoch sein, daß er durch Geruch und Reizung der Augen zu einer Belästigung für die Badenden wird. Bei gewissenhafter Handhabung der in allen Bädern vorhandenen Chlordosieranlagen und gleichzeitiger Kontrolle im Beckenwasser mittels eines Chlorme gerätes sollte ohne Schwierigkeiten ein Chlorgehalt von mindestens o,3 mg/l und höchstens o,4 mg/l einstellbar sein. In diesem Bereich lagen die Wasserproben von 6 Bädern. Die Proben von 42 Bädern lagen unter o,3 mg/l , 25 davon waren überhaupt nicht gechlort. Bei 12 Bädern war die Chlorzugabe zu hoch. Der höchste Gehalt an freiem Chlor wurde mit 1,2 mg/l ermittelt (s.Tab.2).

Gehalt an freiem Chlor in mg/l	Bad Nr.	Anzahl
0	2, 3, 14,18,19,24,25,26,28, 29,32,33,34,35,37,38,44,48, 49,51,53,56,58,59,6o	25
o,ol - o,19	9,15,17,21,3o,31,4o,42, 46,54,55	11
o,2o - o,29	1,4,5,11,22,5o	6
o,3o - o,4o	6,8,13,2o,47,52	6
o,41 - o,6o	16, 23,36,39,41	5
o,61 - 1,oo	7,12,27,43,45,47	6
über 1,oo	1o	1

Tabelle Nr.2 : Freies Chlor in mg/l ermittelt am Beckenauslauf

2. Bakteriologische Befunde

Es besteht die Forderung des Hygienikers, daß B a c t e r i u m c o l i – als Indikator menschlicher oder tierischer fäkaler Verunreinigung - in gechlorten Bädern in 1oo ml Wasser nicht vorhanden sein darf.
Unsere Untersuchungen ergaben in Proben von 2o Bädern Bacterium coli. Dies bedeutet eine nachweisbare fäkale Verunreinigung in einem Drittel der untersuchten Lehrschwimmbecken. In 7 Bädern fanden sich zusätzlich Kaltblüter-Colibakterien.

Colititer 45°C	Bad Nr.	Anzahl
> 1oo	1,2,3,4,5,6,7,8,1o,11,12,13,1o, 17,18,19,2o,21,22,23,24,26, 29, 3o,33,34,35,36,37,41,43,44, 45, 47,49,5o,57,58,59,6o	4o
1oo	27,28,42,51,52	5
1o	25,32,38,39,4o,46,48,53,55	9
1	9,14,15,31,54,56	6
Colititer 37°C		
1o	15,25,27,28,33,39,55	7

Tabelle Nr.3 : Colinachweis

Wenn man davon ausgeht, daß an keiner Stelle des Wassers eines Schwimmbeckens die Höhe der K e i m z a h l 1oo/ml überschreiten darf, so genügten 32 Bäder dieser Anforderung nicht. Nur in 3 Bädern war die Keimzahl = o ; die höchste wurde mit 2oo ooo am Auslauf des Bades Nr.33 gefunden. Eine Aufstellung der Ergebnisse zeigt die Tabelle Nr.4 .

Keimzahl	Bad Nr.	Anzahl
0	22,27,6o	3
bis 1o	1,2,3,6,7,8,1o,11,12,16,2o,21,23, 26,3o,43,47,57,	18
11 - 1oo	25,28,35,36,41,45,52	7
1o1-1ooo	4,17,18,24,29,37,44,49,5o,55,58	11
1oo1-1oooo	5,9,13,19,31,32,38,4o,42,48,53, 54,56	13
über 1oooo	14,15,33,34,39,46,51,59	8

Tabelle Nr.4 : Höhe der Keimzahlen (Mittelwerte aus Einlauf, Mitte und Auslauf)

Untersucht man in den 42 Bädern, in denen kein freies Chlor bzw.nur Chlor bis zu o,29 mg/l vorhanden war, die Frage, ob die Keimzahl höher als 1oo und Bacterium coli vorhanden sind, so kommt man zu folgendem Ergebnis. In 29 dieser Bäder lagen die Keimzahlen über 1oo, Bacterium coli war zusätzlich in 17 Bädern vorhanden. Die Höhe der Keimzahlen war in 13 Bädern unter 1oo und Bacterium coli war in 25 Bädern nicht nachweisbar. Ausführliche Ergebnisse finden sich in Tabelle Nr.5 .

	Bad Nr.	Anzahl
Kein Bact.coli in 1oo ml	1,2,3,4,5,11,17,18,19,21,22,24,26, 29,3o,33,34,35,37,44,49,5o,58,59,6o	25
Bact.coli in maximal 1oo ml	9,14,15,25,28,31,32,38,4o,42,46,48, 51,53,54,55,56	17
Keimzahl bis 1oo/ml	1,2,3,11,21,22,25,26,28,3o,35,5o,6o	13
Keimzahl über 1oo/ml	4,5,9,14,15,17,18,19,24,29,31,32,33 34,37,38,4o,42,44,46,48,49,51,53,54 55,56,58,59	29

Tabelle Nr.5 : Bacterium coli und Keimzahl in Bädern ohne Chlorung bzw.mit einer Chlorung bis o,29 mg/l

Die gleiche Fragestellung wurde auf die ausreichend und auch auf die zu hoch gechlorten Bäder angewandt. Es ergab sich, daß von diesen 18 Bädern in 14 Fällen die Keimzahl im Normbereich lag und Bacterium coli in 15 Fällen nicht nachgewiesen werden konnte. Dagegen fanden sich Keimzahlen über 100 und Bacterium coli nur in jeweils 3 Fällen. Die Ergebnisse sind in Tabelle Nr.6 zusammengefaßt.

	Bad Nr.	Anzahl
Kein Bact.coli in 100 ml	6,7,8,10,12,13,16,20,23,36,41, 43,45,47,57	15
Bact.coli in maximal 100 ml	27,39,52	3
Keimzahl bis 100/ml	6,7,8,10,12,16,20,23,36,41,43, 45,47,57	14
Keimzahl über 100/ml	13,39,50	3

Tabelle Nr.6 : Bacterium coli und Keimzahl in normal und zu hoch gechlorten Bädern

In 24 Bädern waren sowohl die Keimzahlen unter 100 als auch Bacterium coli nicht vorhanden. 5 dieser Bäder wiesen keine Chlorung, 5 eine zu geringe auf, In 5 Fällen war die Chlorung normal und in 9 zu hoch.

Chlorung	Bad Nr.	Anzahl
Kein Chlor nachweisbar	2,3,26,35,60	5
< 0,29 mg/l	1,11,21,22,30	5
0,30 - 0,40 mg/l	6,8,20,23,47,	5
> 0,41 mg/l	7,10,12,16,36,41,43,45,47	9

Tabelle Nr.7 : Chlorung in Bädern ohne Bacterium coli und mit einer Keimzahl unter 100

3. Chemische Befunde

Bei Verunreinigung eines Wassers mit menschlichen Abfallstoffen nimmt der Gehalt an bestimmten organischen und anorganischen Substanzen zu. H ö l l (1960) bezeichnet sie als Verschmutzungsindikatoren und rechnet zu ihnen den Gehalt eines Wassers an Ammoniak, Nitrit, Chlorid und den Kaliumpermanganatverbrauch.

a. Ammoniak und Nitrit

Das Vorhandensein von Ammoniak und Nitrit im Badewasser zeigt Tabelle Nr.8 .

	Ammoniak	Nitrit
	Anzahl	Anzahl
0	39	15
Spuren	4	12
+	15	26
++	2	7

Tabelle Nr.8 : Nachweis von Ammoniak und Nitrit

Danach ergibt sich, da Ammoniak in 21 Bädern und Nitrit in 45 vorhanden war, in allen Fällen an den drei Entnahmestellen. In 16 Bädern waren Ammoniak und Nitrit gleichzeitig nachzuweisen. Von diesen 16 Bädern zeigten 7 eine normale oder zu hohe Chlorung, in 9 Fällen war sie zu gering oder nicht nachweisbar.

b. Nitrate

Als normal wird ein Gehalt an Nitrat bis zu 35 mg/l im Schwimmbadwasser angesehen (H ö l l 1960). Dieser Anforderung genügten 49 Bäder. 9 Bäder zeigten einen Nitratgehalt von 35,1 - 50 mg/l und 2 Bäder lagen über 50 mg/l (Bad Nr.4 mit 150 mg/l und Bad Nr.18 mit 90 mg/l). Bei diesen 11 Bädern ist mit an Sicherheit grenzender Wahrscheinlichkeit anzunehmen, daß sie starke Verunreinigungen durch Urin aufwiesen.

mg/l	Bad Nr.	Anzahl
0 – 2o	1o,11,14,17,19,37,4o,43,44,45,47,49, 51,52,54,55,59,6o	19
2o,1 - 35	1,2,3,8,12,13,15,16,21,22,23,24,26, 28,29,3o,32,33,34,36,38,39,41,42, 48,5o,53,56,57,58	3o
35,1 - 5o	5,6,7,9,2o,25,27,31,35,	9
über 5o	4, 18	2

Tabelle Nr.9 : Nitratgehalt (Mittelwert)

c. Chloride

Nach H ö l l (196o) soll in Schwimmbädern der Chloridgehalt nicht höher als 3o mg/l sein. Ein wesentlich höherer Chloridgehalt deutet auf Verunreinigungen hin . Eine Übersicht über die Verteilung zeigt die Tabelle Nr.1o . Unsere Untersuchungen zeigten, daß die Proben aus 21 Bädern weniger als 3o mg/l Chlorid aufwiesen, aus 39 Bädern mehr, davon 7 über 1oo mg/l und ein Bad (Nr.7) über 2oo mg/l .

mg/l	Bad Nr.	Anzahl
0 – 1o	44,49,6o	3
1o,1 - 3o	3,19,2o,23,24,26,28,3o,32,34,4o, 43,47,48,5o,51,57,59	18
3o,1 - 1oo	1,2,5,6,8,9,1o,14,15,16,17,22, 25,27,29,31,33,35,36,37,38,41, 42,45,46,52,53,54,55,56,58	31
über 1oo	4,11,12,13,18,21,39	7
über 2oo	7	1

Tabelle Nr.1o : Gehalt an Chloriden (Mittelwert)

d. Kaliumpermanganat - Verbrauch

Der Kaliumpermanganat - Verbrauch dient als Maß für die im Wasser vorhandenen oxydierbaren organischen Substanzen. Die Höhe ihrer Oxydierbarkeit kann als Maß für mehr oder weniger starke Verunreinigungen menschlicher Herkunft herangezogen werden. Der Normalverbrauch wird bei reinen Wässern mit 12 mg/l angegeben (H ö l l 196o).

mg/l	Bad Nr.	Anzahl
0 - 12,o	1,2,3,4,5,6,14,19,2o,21,41,43,44, 46,48,49,5o,51,53,54,55,57,58,59,6o	25
12,1 - 2o	7,8,9,1o,11,12,13,15,16,17,18,22,24 26,28,29,3o,31,32,33,34,35,37,4o, 42,45,52,56,	28
über 2o	23,25,27,36,38,39,47	7

Tabelle Nr.11 : Organische Substanz, gemessen am Kaliumpermanganatverbrauch (Mittelwert)

Untersucht man die Frage, ob bei normal und überchlorten Bädern der Permanganatverbrauch (Ausgangswert 12 mg/l) niedriger liegt als bei solchen Bädern, die gar nicht oder nur bis o,29 mg/l gechlort sind, so kommt man zu folgendem Ergebnis. Bei 42 nicht oder zu gering (bis o,29 mg/l) gechlorten Bädern zeigten 33 einen Permanganatverbrauch unter 12 mg/l und 9 Bäder einen über 12 mg/l. Bei den 18 gechlorten oder überchlorten Bädern lagen 7 Bäder unter 12 mg/l, 11 lagen darüber.

mg/l	Bad Nr.	Anzahl
bis 12	1,2,3,4,5,11,14,19,21,24,25,26,28, 29,3o,31,33,34,35,38,4o,44,46,48,49 5o,51,53,54,55,58,59,6o	33
über 12	9,15,17,18,22,32,37,42,56	9

Tabelle Nr.12 : Kaliumpermanganatverbrauch in Bädern ohne nachweisbares Chlor bzw. einer Chlorung bis o,29 mg/l

mg/l	Bad Nr.	Anzahl
bis 12	6,2o,23,27,41,43,57	7
unter 12	7,8,1o,12,13,16,36,39,45,47,52,	11

Tabelle Nr.13 : Kaliumpermanganatverbrauch in normal oder zu hoch gechlorten Bädern

e. pH – Wert

Der pH – Wert eines Badewassers am Beckeneinlauf soll zwischen 6,8 und 7,2 liegen, sofern ein Flockungsmittel zur Wasserreinigung benutzt wird (H ä s s e l b a r t h 1965). Unsere Untersuchungen ergaben - wie Tabelle Nr.14 zeigt - da nur das Wasser eines Bades annähernd in diesem Bereich lag.

pH	Bad Nr.	Anzahl
7,2o - 7,4o	3o	1
7,41 - 7,6o	21,26,29,39,41	5
7,61 - 7,8o	1,4,12,17,23,27,28,32,33,35, 37,38,54,57	14
7,81 – 8,oo	2,3,5,6,8,9,1o,13,14,15,18,2o, 22,25,31,34,4o,43,48,5o,52	21
8,o1 - 8,2o	7,11,16,24,36,45,46,51,53,55, 56,58,59	13
über 8,2o	19,42,44,47,49,6o	6

Tabelle Nr. 14 : pH - Werte (Mittelwerte)

Deutlich geht aus der graphischen Darstellung Abb.1 die Verschiebung der pH-Werte zur alkalischen Seite hin hervor. Der niedrigste pH - Wert wurde in Bad Nr.3o mit pH 7,33, der höchste im Bad Nr.47 mit pH 8,65 gefunden. In 26 Bädern nahm der pH - Wert vom Beckeneinlauf zum Beckenauslauf hin zu .

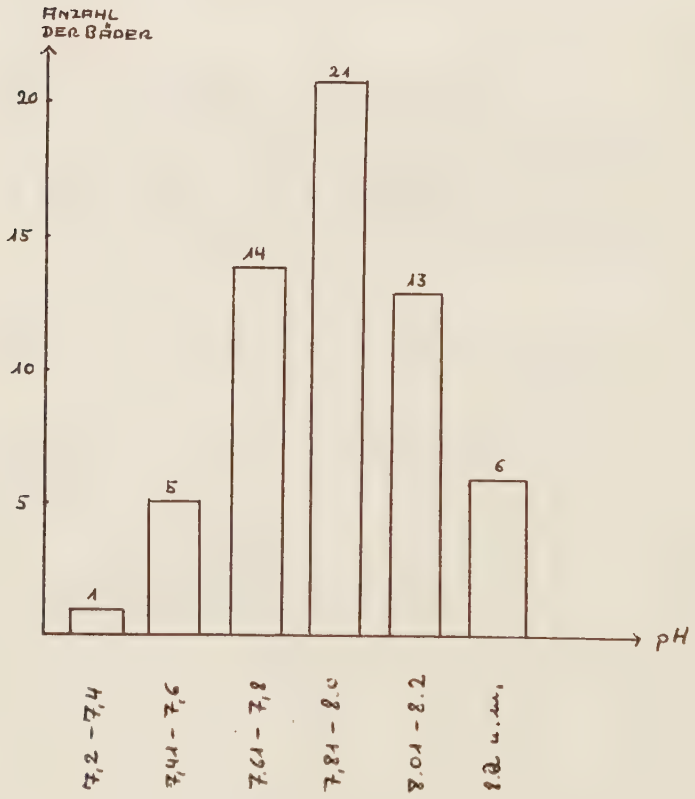

Abbildung Nr.1 : Graphische Darstellung der pH - Werte (Mittelwerte)

f. Wasserhärte

Die Härte des Wassers wird bedingt durch den Gehalt an Magnesium- und Calciumverbindungen. Liegen diese Verbindungen als Bicarbonate vor, so spricht man von der Bicarbonat- oder temporären Härte. Die restlichen meist an Schwefelsäure gebundenen Calcium- und Magnesiumsalze bedingen die Nichtcarbonat- oder bleibende Härte. Die Summe beider ist die Gesamthärte, die in DH (Deutschen Härtegraden) angegeben wird. Wie Tabelle Nr.15 zeigt, hatten 57 aller Bäder ziemlich hartes (12-18°DH) bis sehr hartes (über 3o°DH) Wasser.So wies Bad Nr.4 39 DH auf.
In 3 Bädern war die bleibende Härte größer als die Bicarbonathärte.

DH		Bad Nr.	Anzahl
0 – 4	sehr weich	-	0
4 - 8	weich	14	1
8 – 12	mittelhart	21, 49	2
12 - 18	ziemlich hart	2,1o,11,13,15,16,18,19,2o,24,28, 29,3o,31,32,33,34,44,45,47,51, 52,54,57,58,59,6o	27
18 - 3o	hart	1,3,5,6,7,8,9,12,17,22,23,25,26, 27,35,36,37,38,39,4o,41,42,43, 46,48,5o,53,55,56,	29
über 3o	sehr hart	4	1

Tabelle Nr.15 : Gesamthärte (Mittelwerte)

4. Grobsinnliche Prüfungen

Ein Badewasser soll farblos, klar, geruchlos und ohne Bodensatz sein (H e t t c h e 1953). In allen untersuchten 6o Bädern war die Farbe hell und die Durchsicht klar. Nur in Bad Nr.9 lag eine leichte Trübung des Wassers vor.Bodensatz war in 28 Bädern nicht vorhanden, 32 wiesen ihn auf, besonders stark in den Bädern Nr, 9,35,4o,42 und 5o. Diese Ergebnisse zeigt Tabelle Nr.16 . In 36 Bädern war der Geruch des Bade - wassers chlorig, in 23 modrig und in einem Bad war kein spezifischer Geruch wahrnehmbar.

Bodensatz	Bad Nr.	Anzahl
nicht vorhanden	1,2,5,8,1o,11,12,13,14,15,16,17,2o,21,24 27,32,34,36,41,43,48,49,53,55,58,59,6o	28
gering, gräulich, feinflockig	3,4,6,7,18,19,22,23,25,26,28,29,3o,31,33 37,38,39,44,45,46,47,51,52,54,56,57	27
stark,gräulich,fein-o. dickflockig	9,35,4o,42,5o	5

Tabelle Nr.16 : Bodensatz in 6o Lehrschwimmbecken

C. Ergebnis der Gesamtbeurteilung der 6o Lehrschwimmbecken

Die Bewertung erfolgte nach den Ergebnissen der Wasserdesin - fektion, der bakteriologischen, chemischen und grobsinnlichen Untersuchungen. Bei der chemischen Beurteilung wurden pH - Wert und die Härte des Wassers nicht berücksichtigt. Die Bewertung erfolgte mit den Stufen :

- sehr gut bis gut 1
- tragbar 2
- schlecht 3

Dabei wurde im Einzelnen wie folgt gewertet :

	sehr gut- gut	tragbar	schlecht
Chlorüberschuss am Beckenaus - lauf in mg/l	o,3o - o,4o	o,1o - o,29 o,41 - o,59	0 - o,o9 und über o,6o
Bacterium coli	1oo	+ in 1oo ml	+ in 1o o.1 ml
Keimzahl	0 - 1o	11 - 1oo	über 1oo
NH_3, Nitrit	beide -	eines -	beide +
Nitrat mg/l	0 - 35	35,1 - 5o	über 5o
Chloride mg/l	0 - 3o	3o,1 - 5o	über 5o
$KMnO_4$-Verbrauch mg/l	0 - 1o	1o,1 - 15	über 15

Tabelle Nr.17 : Bewertungsmasstab

Tabelle Nr. 18 : Gesamtbeurteilung

Bad Nr	Chlorung	B.coli	Keimzahl	Chem.Bef	Grobs.Bef	Gesamtbef.
1	2	1	1	2 - 1	1	1 - 2
2	3	1	1	2	1	2
3	3	1	1	1	1	2
4	2	1	3	2	1	2
5	2	1	3	2	1	2
6	1	1	1	2	1	1
7	3	1	1	3 - 2	2	2
8	1	1	1	2 - 3	1	1 - 2
9	3	3	3	2 - 3	1	3 - 2
10	3	1	1	3 - 2	1	2
11	2	1	1	3 - 2	1	1 - 2
12	3	1	1	3	1	2
13	1	1	3	2 - 3	1	2
14	3	3	3	2 - 1	1	3 - 2
15	3	3	3	3	1	3
16	2	1	1	3 - 2	1	2
17	2	1	3	2	1	2
18	3	1	3	2 - 3	1	2 - 3
19	3	1	3	1	1	2
20	1	1	1	1	1	1
21	2	1	1	2	1	1 - 2
22	2	1	1	2 - 1	1	1 - 2
23	2	1	1	2 - 1	1	1 - 2
24	3	1	3	2 - 1	1	2 - 3
25	3	3	2	2 - 1	1	3 - 2
26	3	1	1	1	1	2
27	3	2	1	2 - 1	1	2
28	3	2	2	1 - 2	1	2

29	3	1	3	2	1	2 - 3
30	2	1	1	1 - 2	1	1 - 2
31	2	3	3	2	1	2 - 3
32	3	3	3	2 - 1	1	3 - 2
33	3	1	3	2	1	2 - 3
34	3	1	3	1 - 2	1	2 - 3
35	3	1	2	2 - 3	1	2
36	3	1	2	2 - 3	1	2
37	3	1	3	2	1	2 - 3
38	3	3	3	2	1	3 - 2
40	2	3	3	1 - 2	1	2 - 3
41	3	1	2	2 - 1	1	2
42	3	2	3	3 - 2	1	2 - 3
43	3	1	1	1 - 2	1	2
44	3	1	3	1	1	2
45	3	1	2	3 - 2	1	2
46	3	3	3	2 - 3	1	3
47	1	1	1	2 - 3	1	1 - 2
48	3	3	3	1 - 2	1	3 - 2
49	3	1	3	1	1	2
50	2	1	3	1 - 2	1	2
51	3	2	3	1	1	2 - 3
52	1	2	2	2	1	2
53	3	3	3	1 - 2	1	3 - 2
54	2	3	3	2 - 3	1	3 - 2
55	2	3	3	2 - 3	1	3 - 2
56	3	3	3	2	1	3 - 2
57	3	1	1	1 - 2	1	2
58	3	1	3	2	1	2
59	3	1	3	2 - 1	1	2
60	3	1	1	1 - 2	1	2

Von den 6o untersuchten Lehrschwimmbecken erhielten 2 die Bewertung 1 (Nr.6, 2o) und 8 wurden mit 1-2 beurteilt (Nr.1, 8, 11, 21, 22, 23, 3o, 47). 27 Bäder bekamen die Beurteilung 2 und 1o die Bewertung 2-3. Weitere 1o Lehr - schwimmbecken (Nr.9,14,25,32,38,48,53,54,55,56)konnten nur mit 3-2 und 3 (Nr.15,39,46) mit 3 benotet werden.

Beurteilung der Bäder nach ihrer Zugehörigkeit zu verschiedenen Landkreisen

Kreis	Bad Nr.	1	1-2	2	2-3 3-2	3	Gesamt
Ba	43,51,1o,11,12		1	3	1		5
Bi	33,34,35,36,37,41			3	3		6
Ca	7			1			1
Eh	24,25,26,27,28,,			3	2		5
Fr	14				1		1
He	8,9,13,18		1	1	2		4
Ra	17,2o,38,39,4o	1		1	2	1	5
Ro	45,46,5o,52,53,54,6o			4	2	1	7
Re	2,44,19			3			3
Sa	55,56				2		2
Si	15,16,57,58			3		1	4
Te	21,22,23		3				3
Tü	1,3,4,5,6,42	1	1	3	1		6
Tu	47,48,49,59		1	2	1		4
Wa	29,3o,31,32,		1		3		4
Summe		2	8	27	2o	3	6o

Tabelle Nr. : Übersicht der Bäderbewertung nach Landkreisen geordnet

V. DISKUSSION DER ERGEBNISSE

Überblickt man die vielfältigen Ergebnisse dieser Arbeit, so fällt die große Streuung der guten und weniger guten Resultate auf. Keines der untersuchten Bäder weist durchweg schlechte Ergebnisse auf, keines aber auch durchweg nur gute. Überraschend ungünstig für das Gesamtbild sind die zum Teil erschreckend schlechten Ergebnisse bei der Wasserdesinfektion und den bakteriologischen Befunden. Zur hygienischen Beurteilung eines Bades sollten Ergebnisse von mehreren Untersuchungen über einen bestimmten Zeitraum herangezogen werden. Unsere Befunde vermögen deshalb nur einen Momenteindruck der Zustände in hygienischer Sicht in den Lehrschwimmbecken wiederzugeben.

Für eine ausreichende Wasserdesinfektion wird heute allgemein ein Überschuss an freiem Chlor von o,3 - o,4 mg/l am Beckenauslauf gefordert (Runderlaß des Niedersächsischen Sozialministers 1953, N a u m a n n 1954, B ö r n e r 196o, I n n e n m i n i s t e r des Landes Nordrhein - Westfalen 1965, L a n g e r 1965). Wenn wir bei unseren Untersuchungen zu dem Ergebnis kommen, daß nur in 6 von 6o Bädern dieser Bereich eingehalten ist, und daß in 25 Bädern kein Chlor nachgewiesen werden konnte, so kann dies unserer Meinung nach nur mit mangelnder Unterweisung, fehlendem Verantwortungsbewußtsein oder mit Nachlässigkeit der Bademeister gedeutet werden.
B a u e r (1968) fand, daß die Chlorungsanlagen in 12 Bädern defekt, außer Betrieb oder nicht gefüllt waren. Dennoch weisen 4 dieser Bäder (Nr.23,36,42,57) einen zum Teil erheblichen Chlorüberschuss auf. Dieser Befund ist nach unserer Meinung und wie dies auch in einer Reihe von Fällen eingeräumt wurde, mit einer Zugabe von Chlorbleichlauge undosiert direkt ins Beckenwasser zu erklären.

Es besteht Einigkeit darüber, daß die Keimzahl loo/ml nicht überschreiten soll, und Bacterium coli — als Ausdruck fäkaler Verunreinigungen - in loo ml Wasser nicht nachweisbar sein darf (Runderlass des Niedersächsischen Sozialministers 1953, Innenminister des Landes Nordrhein - Westfalen 1965, L a n g e r 1965). Unsere Ergebnisse zeigen jedoch das Vorhandensein

von Bacterium coli in 2o Bädern, in 6 Bädern davon sogar in 1 ml Wasser, was nach R o d e n w a l d t und B a d e r (1951) schon als bedrohlich anzusehen ist. Die Erklärung hierfür ist unseres Erachtens neben mangelhafter oder sogar fehlender Reinigung der Besucher vor dem Baden die nachlässig gehand - habte Chlorung.

Untersucht man die Frage, welchen Einfluss die Chlorung auf die Höhe der Keimzahl hat, so ergibt sich für die 42 nicht oder zu gering gechlorten Bäder, daß in 29 Fällen die Keimzahl über 1oo/ml lag. Bei den 18 gechlorten oder überchlorten Bädern war die Keimzahl in 14 Fällen normal.
Während bei den 42 Bädern ohne bzw. mit zu geringer Chlorung Bacterium coli in 17 Fällen nachweisbar und in 25 Fällen nicht nachweisbar war, fanden wir in den 18 ausreichend oder zu hoch gechlorten Bädern nur in 3 Fällen Bacterium coli. Diese Ergebnisse machen die Notwendigkeit einer ausreichenden Chlorung deutlich und zeigen darüber hinaus, daß der geforderte Mindestgehalt an freiem, ungebundenem Chlor von o,3 - o,4 mg/l richtig gewählt ist.

Die Ergebnisse der chemischen Untersuchungen der Badewässer in den 6o Lehrschwimmbecken blieben zum Teil hinter den gestellten Forderungen zurück. Als Beispiel dafür mögen die 16 Bäder ste - hen, in denen gleichzeitig Ammoniak und Nitrit nachzuweisen waren, ferner die 2 Bäder mit einem Nitratgehalt von 9o bzw. 15o mg/l. H ä s s e l b a r t h (1965) sieht als mögliche Ursache eine zu geringe Chlorung und eine zu geringe Flockungsmittelzugabe, Nichteinhaltung des Flockungs-pH-Bereiches, sowie eine zu hohe Besucherzahl an.
Setzt man den Kaliumpermanganatverbrauch, der in 35 Bädern über der Norm lag, in Beziehung zur Chlorung, so ergab sich kein Zusammenhang.

Als Fällmittel benutzten 56 Bäder zur Ausfällung der organi - schen Substanzen Aluminiumsulfat , dessen optimaler Flockungs- pH bei pH 6,8 - 7,2 liegt und nicht mehr als pH 7,4 betragen soll (H ä s s e l b a r t h 1965) . Unsere Untersuchungen

ergaben eine deutliche Verschiebung der pH - Werte in den alkalischen Bereich. Dieser Befund ist deshalb von Bedeutung, weil Wasser mit einem pH - Wert von über 8 (19 Bäder) bereits laugigen Charakter hat und nicht ohne Einfluss auf Haut und Schleimhäute bleibt (N a u m a n n 1954, J ü n g 1955). Dagegen ist H ö l l (1960) der Ansicht, daß aufbereitete Wässer pH - Werte über 8 haben können. In 26 Fällen konnten wir die Ergebnisse von H ä s s e l b a r t h (1965) bestätigen, wonach der pH - Wert des Beckenauslaufs um o,1 - o,2 pH höher liegt als am Beckeneinlauf.

Obwohl in den meisten Bädern eine Entkalkungsanlage vorhanden war, zeigen die Untersuchungen ziemlich hartes (12-18°DH) bis sehr hartes (über 3o°DH) Wasser. Dieser Befund erscheint uns deshalb bedeutend, weil alle Bäder Warmwasseraufbereitungsanlagen für die Duschen besaßen. Es besteht die Gefahr der Bildung von Kesselstein in den Leitungen und der Belagbildung auf Kacheln und Metallteilen bei nicht sachgemäßer Pflege,was wir in einigen Bädern nachweisen konnten. Vorhandene Entkalkungsgeräte waren vom zuständigen Bedienungspersonal oftmals noch nicht zur Kenntnis genommen und in anderen Fällen in Jahren noch nicht ausgewechselt worden.

Die grobsinnlichen Prüfungen ergaben größtenteils gute Ergebnisse. Nur in einem Bad konnte optisch eine Wassertrübung festgestellt werden. Genauere Aussagen über die grobsinnlich geprüften Eigenschaften des Wassers können erst dann gemacht werden , wenn es gelingt, diese Untersuchungen zu objektivieren, d.h. quantitativ durchzuführen, wie es z.B. für die Wassertrübung von S c h a e t z l e (1962) beschrieben wird.

Zur Gesamtbeurteilung eines Bades gehören unbedingt die Überprüfung der allgemeinen hygienischen Zustände, ferner die Überwachung der technischen Anlagen für Aufbereitung, Umwälzung und Filterung. Das Bild vervollständigt eine umfangreiche Untersuchung des Badewassers in bakteriologischer und chemischer Hinsicht, sowie die Überprüfung einer ausreichenden Wasserdesinfektion.

Trotz der Sicherheit einer ausreichenden Chlorung und der Möglichkeit guter bakteriologischer und chemischer Eigenschaften eines Wassers in Hinblick auf die Gesundheit der Badenden , sollte dem ästhetischen Empfinden der Badbesucher mehr Rechnung getragen werden. Dies sollte schon bei der Planung und architektonischen Durchführung eines Bades berücksichtigt werden. Wenn die Um - kleide- und Duschräume hell und sauber sind, in der Schwimmhalle kein lästiger Geruch wahrzunehmen ist und das Wasser einen appetitlich frischen Eindruck macht , wird dies jederzeit zum Baden anregen.

VI. FORDERUNGEN

Auf Grund der Ergebnisse unserer Untersuchungen möchten wir zur Verbesserung der Badewasserqualität folgende Forderungen erheben :

1. Vordringlich scheint uns die bessere und intensivere Schulung des für das Lehrschwimmbecken verantwortlichen Personals durch Kurse und schriftliche Unterweisungen zu sein, wie es schon mit Erfolg in Nordrhein - Westfalen durchgeführt wurde (B e w i g 1967).

2. Ferner sollte das Bedienungspersonal dazu angehalten werden, schriftlich über Routineuntersuchungen wie Chlorbestimmung und Temperaturmessung sowie den Chlor- und Flockungsmittelverbrauch, über den Zeitpunkt der Filterreinigung , den täglichen Besuch und auch über aufgetretene Schäden und Mängel Buch zu führen. Bei ganztägigem Badebetrieb sollte das Bedienungspersonal nicht mit zusätzlichen Aufgaben außerhalb des Bades belastet werden.

3. Die Schulleiter sollten als Aufsichtsinstanz mitverant - wortlich sein und sich so oft wie möglich selbst oder durch einen Beauftragten von dem Zustand des Lehrschwimmbeckens ihrer Schule überzeugen. Zu diesen Aufgaben gehört unseres Erachtens auch die Überprüfung des Bedienungspersonals, die Einsicht und Kontrolle der geführten Bücher, sowie die Überwachung der Beseitigung aufgetretener Mängel.

4. Die Gesundheitsbehörden sollten überraschende Kontrollen mehrmals im Jahr durchführen. Dabei sind nicht nur der Chlorüberschuss am Beckenauslauf zu bestimmen und Proben für die bakteriologische und chemische Wasseruntersuchung zu entnehmen, sondern auch eine sorgfältige Inspektion der Wasseraufbereitungsanlage (Umwälzung, Filterung , Chlor- und Flockungsmitteldosieranlage) und eine Überprüfung des Bedienungspersonals.vorzunehmen.

5. Im Speziellen kann die Badewasserqualität durch gewissenhafte Überwachung einer gründlichen Körperreinigung der Badenden durch Bademeister und Lehrpersonal sowie das Tragen von Badekappen gleichermaßen für Jungen und Mädchen verbessert werden.

VII. ZUSAMMENFASSUNG

Die vorliegende Arbeit berichtet über bakteriologische und chemische Wasseruntersuchungen sowie die Wasser - desinfektion in 6o Lehrschwimmbecken. Es werden zum Teil erhebliche Mängel aufgezeigt.
So konnte in 25 Bädern kein Desinfektionsmittel nach - gewiesen werden, weitere 17 waren nicht ausreichend gechlort. Bacterium coli als Ausdruck menschlicher fäkaler Verunreinigung wiesen die Proben aus 2o Bädern auf und die Keimzahl lag in 32 Wasserproben über loo/ml. Die chemischen Untersuchungen zeigten den qualitativen Nachweis von Ammoniak in 21 und Nitrit in 45 Wasser- proben. Quantitativ wurde in 11 Proben ein Nitratgehalt von über 35 mg/l und in 4o ein Gehalt an Chloriden von über 3o mg/l ermittelt. In 2o Fällen lag der Kalium - permanganatverbrauch über einem Normwert von 12 mg/l. Die ermittelten pH - Werte zeigten eine Verschiebung zur alkalischen Seite hin ; der niedrigste Wert betrug pH 7,33 und der höchste 8,65.
Zur Behebung der Mängel wurden Verbesserungsvorschläge ausgearbeitet.

VIII. LITERATURVERZEICHNIS

1. Bader, R.-E. : Gehäuftes Vorkommen von Molluscum contagiosum im Bereich eines Schwimmbades
Arch.Hyg. 151, 388 (1967)

2. Bauer, W. : Untersuchungen zur Hygiene in Lehrschwimmbecken
Med.Diss. Tübingen (1968)

3. Bennhold - Thomsen,C. : Gesundheit und gesundheitliche Gefahren im Kindesalter
Öff.Gesundh.-Dienst 13, 137 (1951)

4. Bewig, F. : Erfahrungen bei der hygienischen Überwachung und Betreuung von Lehrschwimmbecken
Städtehygiene 18, 6o (1967)

5. Börner, H. : Wasserchemie in Bädern
Arch.Badewes. 13, 167 (196o)

6. Brandenburger, W. : Freibäder
Zbl.Bakt. 2o5, 369 (1967)

7. Brandenburger, W. : Der Schwimmsport
Öff.Gesundh.-Dienst 17, 69 (1955)

8. Deutscher Sportbund : Hallen-, Frei- und Lehrschwimm - bäder
Köln (1961)

9. Goll, W. : Lehrschwimmbecken in Schulen und was der Amtsarzt darüber wissen sollte
Öff.Gesundh.-Dienst 18, 477 (1957)

1o. Hässelbarth, U. : Wasserhygiene in Schwimmbecken Aufbereitung, Desinfektion, Überwachung
BdGesBl. 8, 353 (1965)

11. Hässelbarth, U., Carlson, S. : Die Beschaffenheit des Badewassers in einem vertikaldurchströmten Becken in Abhängigkeit von Belastung und Aufbereitung
Arch.Badewes. 18, 6 (1965)

12. Hettche, O. : Badewasserhygiene unter Verwendung von Chlor
Arch.Badewes. 6, 2o6 (1953)

13. Höll, K. : Untersuchung, Beurteilung, Aufbereitung von Wasser
Verlag Walter de Gruyter & Co
Berlin (196o)

14. Hösel, G., Langer, W. : Entwicklung und neue Erkenntnisse der Hygiene auf dem Gebiete des Baues von Beckenbädern
Arch.Badewes. 15, 1o u.113 (1962)

15. Innenminister des Landes Nordrhein - Westfalen : Viruserkrankungen als Gruppen - erkrankungen nach dem Baden in Hallenbädern Arch.Badewes. 18, 242 (1965)

16. Jung, A. : Die technisch - hygienischen Probleme beim Bau von Frei - und Hallenbädern Arch.Badewes. 9, 215 u.282 (1956)

17. Jung, W. : Badewasserbehandlung in amerikanischer Sicht Arch.Badewes. 8, 185 (1955)

18. Jung, W. : Wasserführung in Schwimmbecken Arch.Badewes. 12, 339 (1959)

19. Jung, W., Fröhler : Badewasserbehandlung mit Chlordioxyd Arch.Badewes. 12, 338 (1959)

2o. Kirsch, W. : Beurteilung und Wert von Schulbädern, geschlossenen Schul - Lehr - Schwimmbädern und Schulfreibädern Med.Diss. Düsseldorf (1963)

21. Klotter, H.E. : Untersuchungen über Durchströmungsverhältnisse in Schwimmbädern und Folgerungen für die Praxis Arch.Badewes.13, 336 (196o)

22. Knapp, W. : Untersuchungen zur Hygiene des Badewassers in Freibädern Arch.Badewes. 13, 267 (196o)

23. Langer, W. : Wasserhygiene in Schwimmbecken aus hydraulischer Sicht BdGesBl. 8, 289 (1965)

24. Lorenz, K. : Planmäßiger Schwimmunterricht im Kindesalter Öff.Gesundh.-Dienst 2o, 1o1 (1958)

25. Mallwitz, A. : Aktivierung der Gesundheitspolitik durch Förderung des Badens und Schwimmens Schriftenreihe der Gesellschaft für Badewesen 2 (1957)

26. Naumann, E. : Vom Sinn und Zweck der Badewasserpflege Arch.Badewes. 7, 85 (1954)

27. Niedersächsischer Sozialminister : Richtlinien für die Hygiene öffentlicher Badeanstalten Runderlass vom 9.7.1953 - IV 33 Nr. 6o/4 - Niedersächs. Ministerialblatt Ausgabe A 3 (8) Jahrgang Nr.27 vom 27.3.1953

28. Reploh, H. : Hygiene des Badewassers Arch.Badewes. 6, 2o3 (1953)

29. Ritzerfeld, W. : Hygienische Fragen in öffentlichen Bädern
Arch.Badewes. 15, 252 (1962)

3o. Rodenwaldt, E.
Bader, R.-E. : Lehrbuch der Hygiene
Springer Verlag, Berlin ,Göttingen, Heidelberg (1951)

31. Schaetzle, P. : Chemische und optische Kontrollen von Badewasser
Arch.Badewes. 15, 2o5 (1962)

32. Schumacher, H. : Das deutsche Badewesen
Arch.Badewes. 1o, 13 (1957)

33. Schumacher, H. : Das Hygiene - Institut des Ruhrgebiets zu Gelsenkirchen
Tätigkeitsbericht 196o
Arch.Badewes. 14, 347 (1961)

Herrn Professor Dr.R.-E. B a d e r möchte ich für die Überlassung des Themas und für seine Anregungen und Unterstützung bei der Durchführung der Arbeit recht herzlich danken.

Lebenslauf

Am 6. Januar 194o wurde ich, Rüdiger Schultz, als Sohn des Oberregierungsrates Dr.Hans Schultz und dessen Ehefrau Herta geb. Rüenholl in Wilhelmshaven geboren.

Nach 5-jährigem Besuch der Volksschule in Eckernförde und Itzehoe trat ich 1951 in das Mathematisch - Naturwissenschaftliche Gymnasium in Itzehoe ein, wo ich im Februar 196o die Reifeprüfung bestand.

Nach 2 Jahren Dienst in der Bundeswehr begann ich im Sommersemester 1962 an der Universität Tübingen mit dem Studium der Zahnheilkunde. Dort legte ich im April 1965 die Zahnärztliche Vorprüfung ab und bestand am 11. Dezember 1967 das Staatsexamen.